

Pengukuran dengan metoda statis kadar timah hitam (Pb) di udara tempat kerja



© BSN 2009

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata.....	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Istilah dan definisi.....	1
3 Simbol, satuan dan singkatan	1
4 Cara pengukuran	2
Lampiran A (informatif) Contoh jaminan mutu hasil uji presisi dan akurasi	6
Lampiran B (normatif) Formulir pengukuran kadar Pb di udara tempat kerja.....	7
Lampiran C (normatif) Formulir hasil analisis kadar timah hitam di udara tempat kerja	8
Lampiran D (normatif) Contoh kurva kalibrasi standar Pb.....	9
Bibliografi	10
Tabel B.1 – Data pengujian kadar Pb di udara tempat kerja	7
Tabel C.1 – Data analisis kadar timah hitam di udara tempat kerja	8
Gambar D.1 - Contoh kurva kalibrasi standar Pb	9

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan judul pengukuran dengan metoda statis kadar timah hitam (Pb) di udara tempat kerja dimaksudkan untuk mewujudkan keseragaman secara nasional dalam melakukan pengukuran dan juga penilaian kadar timah hitam (Pb) di udara tempat kerja dalam rangka upaya melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja.

Standar ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 13-01, *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, dan telah dikonsensuskan di Jakarta pada tanggal 14 Desember 2005 yang dihadiri oleh wakil instansi pemerintah, serikat pekerja/serikat buruh, organisasi pengusaha, asosiasi profesi dan perguruan tinggi. Standar ini juga telah melalui jajak pendapat pada tanggal 4 April 2007 sampai dengan tanggal 4 Juni 2007.



Pendahuluan

Perkembangan industri di Indonesia dewasa ini maju pesat, sejalan dengan tuntutan akan kebutuhan berbagai macam produk. Dengan tumbuhnya industri tersebut tidak dipungkiri akan terjadi peningkatan penggunaan bahan kimia baik sebagai bahan baku maupun bahan penolong. Sebagai produk teknologi, bahan kimia di satu pihak dituntut keberadaannya, namun di pihak lain dapat membahayakan manusia yang menggunakan bahan kimia tersebut serta dapat merusak lingkungan, apabila tidak ditangani secara baik dan benar.

Salah satu bahan kimia yang banyak pemakaiannya adalah timah hitam dengan rumus kimia Pb. Timah hitam biasanya digunakan dalam bentuk lembaran atau pipa yang memiliki sifat liat dan ketahanan terhadap korosi.

Efek yang ditimbulkan akibat pemaparan timah hitam tergantung pada kadar timah hitam dan lamanya pemaparan, cara masuk kedalam tubuh, jenis dan ukuran partikelnya.

Berdasarkan kenyataan diatas perlu upaya penanggulangan dengan melakukan pengukuran kadar timah hitam di udara tempat kerja. Untuk itu diperlukan metoda standar pengukuran kadar timah hitam di udara tempat kerja yang dibakukan sebagai SNI.





Pengukuran dengan metoda statis kadar timah hitam (Pb) di udara tempat kerja

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara pengukuran kadar timah hitam (Pb) di udara tempat kerja yang meliputi pembuatan pereaksi, pengambilan sampel (debu atau uap logam), analisis sampel, pembuatan kurva kalibrasi, perhitungan dan pembuatan laporan hasil pengukuran.

2 Istilah dan definisi

2.1

timah hitam

unsur kimiawi yang tergolong logam dengan rumus kimia *plumbum* (Pb). Nomor CAS 7439-92-1 untuk Pb dan 1317-36-8 untuk PbO. Logam Pb merupakan logam lunak, berat jenis 11,3 g/cm³, titik leleh 327,5 °C dengan valensi +2 dan valensi +4 untuk garam-garamnya

2.2

spektrofotometer serapan atom

alat untuk menentukan kadar logam dalam sampel

2.3

larutan standar

larutan yang mengandung suatu zat yang sudah terukur beratnya secara akurat dan telah diketahui kemurniannya yang dilarutkan dalam pelarut yang sesuai dengan volume tertentu

2.4

zona pernapasan

area setengah lingkaran dari lubang hidung tenaga kerja dengan diameter 0,6 m di sekitar kepala dan bahu

3 Simbol dan singkatan

ml	:	mili liter
mm	:	mili meter
µg / ml	:	mikro gram per mili liter
l/menit	:	liter per menit
mg/m ³	:	milli gram per meter kubik
HNO ₃	:	asam nitrat
H ₂ O ₂	:	hidrogen peroksida
CRM	:	<i>certified reference material</i>
TWA	:	<i>time weight average</i>
atm	:	atmosfir

4 Cara pengukuran

4.1 Prinsip

Timah hitam (Pb) di udara tempat kerja diambil sampelnya kemudian dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom dengan sistem nyala.

4.2 Peralatan

- a) spektrofotometer serapan atom dengan lampu katoda Pb;
- b) pompa pengisap udara dengan kapasitas 1 L sampai 15 L/menit dan selang silikon atau selang teflon;
- c) filter holder;
- d) impinger;
- e) regulator untuk udara tekan dan asetilen;
- f) gelas kimia;
- g) gelas arloji;
- h) labu ukur;
- i) pipet ukur;
- j) pemanas, dengan temperatur 140°C;
- k) botol polietilen, 100 ml;
- l) tripod;
- m) termometer;
- n) higrometer;
- o) pinset.

4.3 Bahan

- a) filter cellulose ester dengan pori – pori 0,3 µm, diameter 37 mm sampai dengan 55 mm;
- b) asam nitrat (p.a);
- c) hidrogen peroksida 30 % volume (p.a);
- d) larutan standar Pb, 1000 µg/ml tersertifikasi CRM (p.a);
- e) air suling;
- f) asetilen;
- g) udara tekan.

4.4 Prosedur kerja

4.4.1 Pembuatan pereaksi asam nitrat (HNO₃) 2 % volume

Masukkan 30,8 ml HNO₃ 65% dalam labu ukur 1 l yang berisi 500 ml air suling kemudian diencerkan menjadi 1 l.

4.4.2 Pembuatan larutan penyerap uap logam Pb (HNO₃ 1 %)

Masukkan 15,4 ml HNO₃ 65 % ke dalam labu ukur 1 l yang berisi 500 ml air suling kemudian diencerkan menjadi 1 l.

4.4.3 Pembuatan larutan standar

- a) Pembuatan larutan Pb 10 µg/ml.
Masukkan 0,5 ml larutan standar (CRM atau p.a) Pb 1000 µg/ml ke dalam labu ukur 50 ml kemudian diencerkan dengan HNO₃ 2% sampai tanda batas.

- b) Pembuatan larutan standar Pb 0,25 µg/ml.
Encerkan 1,25 ml larutan pada butir a menjadi 50 ml ke dalam labu ukur.
- c) Pembuatan larutan standar Pb 0,5 µg/ml.
Encerkan 2,5 ml larutan pada butir a menjadi 50 ml ke dalam labu ukur.
- d) Pembuatan larutan standar Pb 1,00 µg/ml.
encerkan 5,0 ml larutan pada butir a menjadi 50 ml ke dalam labu ukur.
- e) Pembuatan larutan standar Pb 2,00 µg/ml.
Encerkan 10,0 ml larutan pada butir a menjadi 50 ml ke dalam labu ukur.
- f) Pembuatan larutan standar Pb 4,00 µg/ml.
Encerkan 20,0 ml larutan pada butir a menjadi 50 ml ke dalam labu ukur.
- g) Spektrofotometer serapan atom diatur dan dioptimalkan untuk pengujian Pb sesuai petunjuk alat.
- h) Aspirasikan larutan blanko dan larutan standar Pb 0,25 µg/ml s/d 4,00µg/ml ke dalam spektrofotometer serapan atom dengan sistim nyala pada panjang gelombang 217 nm.
- i) Kurva kalibrasi dibuat dari data di atas dan ditentukan persamaan garis lurusnya (lihat contoh kurva kalibrasi pada lampiran D).
- j) Bila linearitas kurva kalibrasi (R^2) lebih kecil dari 0,95, langkah pada butir 4.4.3 j sampai dengan i diulangi.

4.4.4 Pengambilan sampel

4.4.4.1 Pengambilan sampel debu Pb

- a) Pompa penghisap udara dikalibrasi dengan menggunakan *flowmeter* (*flowmeter* harus dikalibrasi oleh laboratorium yang terakreditasi).
- b) Filter untuk pengambilan sampel dan filter blanko diberi nomor (kode) kemudian dimasukkan dalam holder.
- c) Holder yang berisi filter blanko dan filter sampel dihubungkan ke pompa penghisap udara dengan menggunakan selang silikon.
- d) Alat diletakkan pada titik pengukuran dengan menggunakan tripod setinggi zona pernapasan tenaga kerja (di dekat tenaga kerja yang terpapar timah hitam).
- e) Pompa penghisap udara dihidupkan untuk pengambilan sampel dengan kecepatan laju aliran udara 5 l/min sampai dengan 15 l/min.
- f) Volume udara pengambilan sampel 200 l sampai dengan 1500 l.
- g) Pengambilan sampel disesuaikan dengan teknik *strategy sampling*.
- h) Data lapangan yang diperlukan dicatat dalam formulir seperti pada Lampiran B.
- i) Setelah selesai pengambilan sampel, debu pada bagian luar holder dibersihkan untuk menghindari kontaminasi.
- j) Filter dipindahkan dengan menggunakan pinset ke kaset filter kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis

4.4.4.2 Pengambilan sampel uap logam Pb

- a) Pompa penghisap udara dikalibrasi dengan menggunakan *flowmeter* (*flowmeter* harus dikalibrasi oleh laboratorium yang terakreditasi).
- b) Impinger 300 ml dihubungkan ke pompa penghisap dengan selang silikon.
- c) Larutan penyerap (HNO_3 1 %) dimasukkan kedalam impinger sebanyak 50 ml sampai dengan 100 ml.
- d) Alat diletakkan pada titik pengukuran dengan menggunakan tripod setinggi zona pernapasan tenaga kerja (di dekat tenaga kerja yang terpapar timah hitam).
- e) Pompa penghisap udara dihidupkan untuk pengambilan sampel dengan kecepatan laju aliran udara 1 l/min sampai dengan 4 l/min.
- f) Volume udara pengambilan sampel 200 l sampai dengan 1500 l.
- g) Pengambilan sampel disesuaikan dengan teknik *strategy sampling*.
- h) Data lapangan yang diperlukan dicatat dalam formulir seperti pada Lampiran B.

- i) Setelah selesai pengambilan sampel, larutan penyerap ditampung dalam botol polietilen 100 ml kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

4.4.5 Analisis sampel

4.4.5.1 Analisis sampel debu Pb

- Filter sampel dan filter blanko yang berada dalam kaset filter masing-masing dipindahkan ke dalam gelas kimia yang berbeda dan diberi kode.
- Masing-masing gelas kimia pada butir a ditambah 3 ml HNO₃ pekat dan 1 ml H₂O₂ 30 % kemudian ditutup gelas arloji.
- Masing-masing gelas kimia pada butir b dipanaskan pada *hotplate* pada temperatur 140 °C hingga volume menjadi 0,5 ml.
- Setelah volume tinggal 0,5 ml, ditambah lagi dengan 2 ml HNO₃ pekat dan 1 ml H₂O₂ 30% kemudian dipanaskan hingga volume menjadi 0,5 ml.
- Gelas arloji dan dinding gelas kimia dibilas dengan 3 ml s/d 5 ml HNO₃ 2 %, kemudian dibiarkan menguap sampai kering.
- Masing-masing gelas kimia didinginkan kemudian residu dilarutkan dengan 1 ml HNO₃ pekat.
- Larutan dalam tiap gelas kimia dipindahkan ke dalam labu ukur dengan volume 50 ml – 100 ml kemudian diencerkan sampai tanda batas dengan air suling.
- Spektrofotometer serapan atom diatur dan dioptimalkan untuk pengujian Pb sesuai dengan petunjuk alat.
- Aspirasikan larutan sampel ke dalam spektrofotometer serapan atom dengan sistim nyala pada panjang gelombang 217 nm.
- Apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih dari 20 %, periksa kondisi alat dan langkah pada butir 4.4.5.1 i diulang.
- Apabila perbedaannya kurang dari 20 %, diambil rerata hasilnya.
- Kadar debu Pb dihitung dengan rumus seperti pada butir 4.4.6.

4.4.5.2 Analisis sampel uap logam Pb

- Spektrofotometer serapan atom diatur dan dioptimalkan untuk pengujian Pb sesuai dengan petunjuk alat.
- Aspirasikan larutan sampel uap logam Pb ke dalam spektrofotometer serapan atom dengan sistim nyala pada panjang gelombang 217 nm.
- Apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih dari 20 %, periksa kondisi alat dan langkah pada butir 4.4.5.2 a diulang.
- Apabila perbedaannya kurang dari 20 %, diambil rerata hasilnya.
- Kadar uap logam Pb dihitung dengan rumus seperti pada butir 4.4.6.

4.4.6 Perhitungan

Kadar Pb di udara dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{C_s \cdot V_s}{V} \times \frac{T_2}{T_1} \times \frac{P_2}{P_1} \quad (1)$$

Keterangan:

C	konsentrasi Pb di udara (mg/m ³)
C _s	konsentrasi Pb di dalam sampel (µg/ml)
V	Volume udara
V _s	volume larutan sampel Pb (ml)
T ₁	temperatur kamar (°K)
T ₂	temperatur pada saat pengambilan sampel (°K)
P ₁	tekanan udara standar (atm)
P ₂	tekanan udara pada saat pengambilan sampel (atm)

Kadar Pb di udara berdasarkan TWA adalah sebagai berikut:

$$C_{TWA} = \frac{C_1 t_1 + C_2 t_2 + C_3 t_3 + \dots + C_n t_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n} \text{ mg/m}^3 \quad (2)$$

Keterangan:

- C_{TWA} konsentrasi Pb di udara berdasarkan TWA (mg/m^3)
 C_1 konsentrasi Pb di udara pada pengukuran pertama (mg/m^3)
 C_2 konsentrasi Pb di udara pada pengukuran kedua (mg/m^3)
 C_3 konsentrasi Pb di udara pada pengukuran ketiga (mg/m^3)
 t_1 waktu pengukuran pada pengambilan sampel pertama (menit)
 t_2 waktu pengukuran pada pengambilan sampel kedua (menit)
 t_3 waktu pengukuran pada pengambilan sampel ketiga (menit)

4.4.7 Laporan hasil pengukuran

Laporan hasil pengukuran kadar Pb di udara tempat kerja dituliskan dalam bentuk formulir (lihat Lampiran C).



Lampiran A
(informatif)

Contoh jaminan mutu hasil uji presisi dan akurasi

- | | | | |
|----|---------------------|---|----------------|
| 1. | Uji presisi | : | KV = 2,63 % |
| 2. | Uji <i>recovery</i> | : | 104,40 % |
| 3. | Uji limit deteksi | : | 0,0256 µg/ml |
| 4. | Uji linearitas | : | $R^2 = 0,9997$ |



Lampiran B
(normatif)
Formulir pengukuran kadar Pb di udara tempat kerja

Nama perusahaan :
 Alamat perusahaan :
 Jenis perusahaan :
 Tanggal pengambilan sampel :

Tabel B.1 - Data pengukuran kadar Pb di udara tempat kerja

No.	Unit kerja/ lokasi	Kode sampel	Waktu pengukuran (menit)	Volume larutan penyerap (ml)	Flowrate (l/menit)	Suhu kering (°C)	Kelembaban relatif (%)

Catatan:

Pengukuran temperatur dan kelembaban hanya untuk mengetahui kondisi lingkungan bila diperlukan

Petugas pengambil sampel

(.....)

Lampiran C
(normatif)
Formulir hasil analisis kadar timah hitam di udara tempat kerja

Nama perusahaan :
 Alamat perusahaan :
 Jenis perusahaan :
 Tanggal analisa :

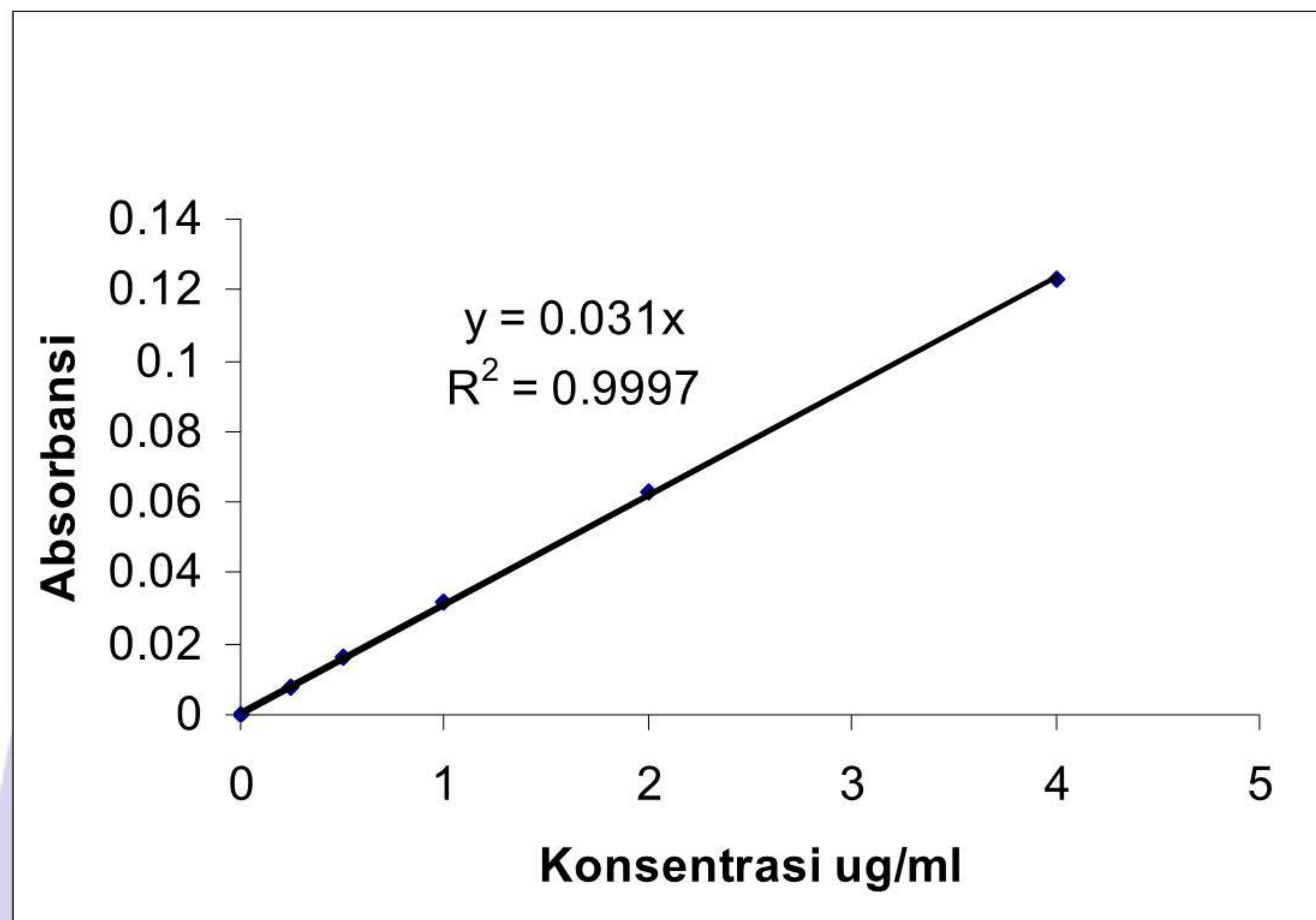
Tabel C.1 - Data hasil analisis kadar timah hitam di udara tempat kerja

No.	Unit kerja/lokasi	Kadar Pb (mg/m ³)

Analisis laboratorium

(.....)

Lampiran D
(informatif)
Contoh kurva kalibrasi standar Pb



Gambar D.1 - Contoh Kurva kalibrasi standar Pb

Bibliografi

Confer, Robert G ; Confer, Thomas R, *Occupational Health and Safety Terms, Definition and Abbreviations*, Lewis Publishers, 1994.

James P. Lodge, JR, *Methods of Air Sampling and Analysis, Third Edition*, Lewis Publisher Inc.

NIOSH *Manual of Analytical Methods, Lead by flame AAS, methods 8003*, 1997.











BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id